

UNIVERSITE DE BORDEAUX

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

1923-1924 — N° 138

DU

CONTRÔLE HYGIÉNIQUE DU LAIT

THÈSE POUR LE DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

Mention " PHARMACIE "

présentée et soutenue publiquement le Jeudi 19 Juin 1924

PAR

Auguste-Georges-André BAZIN

PHARMACIEN DE 1^{re} CLASSE
LICENCIÉ ÈS SCIENCES
CROIX DE GUERRE

Né à BORDEAUX (Gironde), le 6 février 1891.

Examineurs de la Thèse	{	MM. BARTHE, professeur	<i>Président.</i>
		DUPOUY, professeur	<i>Juges.</i>
		CHELLE, professeur	
		GOLSE, agrégé.	

BORDEAUX

IMPRIMERIE DE L'ACADÉMIE ET DES FACULTÉS

Y. CADORET

17, RUE POQUELIN-MOLIERE, 17

1924

UNIVERSITE DE BORDEAUX

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

1923-1924 — N° 138

DU

CONTROLE HYGIÉNIQUE DU LAIT

THÈSE POUR LE DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

Mention " PHARMACIE "

présentée et soutenue publiquement le Jeudi 19 Juin 1924

PAR

Auguste-Georges-André BAZIN

PHARMACIEN DE 1^{re} CLASSE

LICENCIÉ ÈS SCIENCES

CROIX DE GUERRE

Né à BORDEAUX (Gironde), le 6 février 1891.

Examineurs de la Thèse	{	MM. BARTHE, professeur	<i>Président.</i>
		DUPOUY, professeur	<i>Juges.</i>
		CHELLE, professeur	
		GOLSE, agrégé.	

BORDEAUX

IMPRIMERIE DE L'ACADÉMIE ET DES FACULTÉS

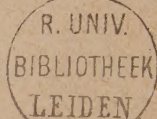
Y. CADORET

17, RUE POQUELIN-MOLIERE, 17

1924

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE BORDEAUX

M. SIGALAS... Doyen.



PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. LANELONGUE, BADAL, PITRES, ARNOZAN, POUSSON

PROFESSEURS

	MM.		MM.
Clinique médicale	VERGER.	Zoologie et parasitologie	MANDOUL.
id.	CASSAËT.	Médecine expérimentale	FERRÉ.
Clinique chirurgicale	CHAVANNAZ.	Clinique ophtalmologique	LAGRANGE.
id.	VILLAR.	Clinique chirurgicale infantile et orthopédie ..	DENUCÉ.
Pathologie et thérapeutique générales	CRUCHET.	Clinique gynécologique	BÉGOUIN.
Clinique d'accouchements	RIVIÈRE.	Clinique médicale des maladies des enfants ..	MOUSSOUS.
Anatomie pathologique et microscopie clinique.	SABRAZÈS.	Chimie biologique et médicale	DENIGES.
Anatomie	PIQUÉ.	Physique pharmaceutique	SIGALAS.
Anatomie générale et histologie	G. DUBREUIL.	Médec. coloniale et clinique des malad. exotiques	LE DANTEC.
Physiologie	PACHON.	Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.	W. DUBREUILH
Hygiène	AUCHÉ.	Pathol. ext. et chirurg. opératoire et expériment.	GUYOT.
Médecine légale et déontologie	LANDE.	Clinique des maladies nerveuses et mentales ..	ABADIE.
Physique biologique et clin. d'électricité médicale	BERGONIE.	Clinique d'oto-rhino-laryngologie	MOURE.
Chimie	CHELLE.	Toxicologie et hygiène appliquée	BARTHE.
Botanique et matière médicale	BEILLE.	Hydrologie thérapeutique et climatologie	SELLIER.
Pharmacie	DUPOUY.		

MM. PRINCETEAU (Anatomie). — LABAT (Pharmacie). — CARLES (Thérapeutique et pharmacologie).
PETGES (Vénérologie).

AGRÉGÉS EN EXERCICE :

	MM.		MM.
Anatomie et embryologie	VILLÉMIN.	Médecine générale	MI-CHELEAU.
Histologie	LACOSTE.	id.	BONNIN.
Physiologie	DELAUNAY.	Maladies mentales	PERRENS.
Anatomie pathologique	MURATET.	Chirurgie générale	ROCHER.
Parasitologie et sciences naturelles	R. SIGALAS.	id.	DUVERGEY.
id.	N.	id.	PAPIN.
Physique biologique et médicale	RECHOU.	id.	JEANNENEY.
Chimie biologique et médicale	N.	Obstétrique	PERY.
Médecine générale	MAURIAC.	id.	FAUGÈRE.
id.	LEURET.	Ophtalmologie	TEULIÈRES.
id.	DUPERIÉ.	Oto-rhino-laryngologie	PORTMANN.
id.	GREYX.	Pharmacie	GOLSE.

COURS COMPLÉMENTAIRES :

	MM.		MM.
Clinique dentaire	CAVALIÉ.	Démonstrations et préparations pharmaceutiques	LABAT.
Médecine opératoire	JEANNENEY.	Chimie pharmaceutique	GOLSE.
Accouchements	PERY.	Chimie analytique	N.
Ophtalmologie	CABANNES.	Hygiène appliquée	N.
Puériculture	ANDÉRODIAS.		

Orthopédie chez l'adulte, pour les accidentés du travail, les mutilés de guerre et les infirmes... MM. ROCHER.
Cours complémentaire annexe. — Prothèse et rééducation professionnelle GOURDON.

Par délibération du 5 août 1879, la Faculté a arrêté que les opinions émises dans les Thèses qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle entend ne leur donner ni approbation ni improbation.

A LA MÉMOIRE DE MON GRAND-PÈRE

L.-P. BAZIN

Docteur en médecine.

A LA MÉMOIRE DE MON FRÈRE

RENÉ BAZIN

*Docteur en médecine,
Chevalier de la Légion d'honneur,
Croix de guerre,
Médaille d'honneur des épidémies.*

A MON PÈRE ET A MA MÈRE

Faible témoignage de ma reconnaissance
et de mon affection.

A MA SŒUR

A MES PARENTS

A MES MAÎTRES

A MES AMIS

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR LE PROFESSEUR BARTHE

*Professeur de toxicologie et d'hygiène appliquée,
Docteur ès sciences,
Pharmacien en chef des Hôpitaux de Bordeaux,
Officier de la Légion d'honneur,
Officier de l'Instruction publique.*

Hommage de respect et de reconnaissance.

AVANT-PROPOS

Qu'il nous soit permis, au début de ce modeste travail, de remercier ici M. le professeur Barthe des conseils que, depuis longtemps, il n'a cessé de nous prodiguer. C'est à lui, en effet, que nous devons l'inspiration de notre sujet, c'est son bienveillant accueil qui nous a encouragé durant l'expérimentation qu'il a bien voulu nous confier, c'est sa connaissance approfondie de tout ce qui concerne l'hygiène, et en particulier celle du lait, qui nous a permis de nous guider durant les recherches entreprises sous sa direction. Se libérant du domaine de la pure théorie, notre maître, grâce à une expérience déjà ancienne en la matière, a pu passer à une réalisation plus pratique de ses principes. Aussi patients que désintéressés, ses efforts ont réussi à vaincre certains préjugés, et à doter notre ville d'un établissement dans lequel les règles de l'hygiène sont appliquées dans la plus large mesure. Nous voulons parler ici de la ferme de Laroque dont notre confrère M. Cailloux assume la direction avec toute la compétence que l'on sait. Chaque jour la « Laiterie moderne » approvisionne les hospices et les diverses pouponnières de notre cité d'un lait, répondant aux prescriptions de l'hygiène la plus stricte. Il est à regretter que les quantités distribuées soient notablement inférieures aux besoins des enfants et des vieillards tributaires de l'alimentation presque uniquement lactée. Chaque fois que nos expériences ont exigé l'emploi de laits véritablement purs et sains, nous nous sommes adressé à la Laiterie de Talence, assuré d'y trouver des échantillons dont la qualité s'est toujours montrée identique à elle-même.

Et maintenant, muni de semblables éléments de travail et de directives aussi précieuses, nous allons pouvoir entreprendre l'exposé de nos recherches.

DU CONTRÔLE HYGIÉNIQUE DU LAIT

INTRODUCTION

Par sa composition chimique qui réunit à la fois les hydrates de carbone, les matières grasses, les albuminoïdes et les matières minérales, par la faible acidité de sa réaction aussi, le lait constitue un complexe éminemment propre à la nutrition et au développement des espèces microbiennes. En somme, il réalise un type de milieu de culture presque parfait, et avant sa consommation ce terrain si bien préparé rencontrera maintes occasions d'ensemencement et de contamination.

L'observation superficielle, basée sur la simple perception de nos sens, nous apprend que le lait est le siège de nombreux phénomènes de fermentation : il aigrit, il se caille, il peut changer de couleur et dégager des gaz.

L'observation microscopique démontre aisément qu'il héberge de nombreuses variétés de microbes, et qu'il est, de ce fait, le siège d'une vie intense. Depuis les mémorables recherches de Pasteur, qui vinrent à l'encontre des expériences de Liébig, il est amplement démontré que la notion de fermentation est intimement liée à celle de vie. Ce n'est pas au moment où la

cellule meurt que, par suite de la décomposition qu'elle subit, elle cède à la matière un certain pouvoir qui produit le phénomène ; c'est au contraire lorsque la vie de la cellule est la plus intense, quand elle se multiplie, que la sécrétion diastasique est la plus active. Toute fermentation est donc corrélative du développement et de la nutrition d'êtres microscopiques. Partout où la vie de ces micro-organismes se manifestera, nous rencontrerons des diastases, traits d'union indispensables entre la cellule vivante et le milieu où elle évolue. Après la mort de Pasteur, Büchner découvrit une substance qui faisait fermenter le sucre sans germes, sans vie microbienne. Cette matière n'était autre que la *zymase*, qui dédouble les hexoses en alcool et anhydride carbonique. Les vues de Pasteur n'étaient de ce fait nullement infirmées, car la zymase est un produit de sécrétion, une diastase du *Saccharomýces Pastorianus*. En ce qui concerne le lait, qui nous intéresse ici tout particulièrement, nous pourrions mettre facilement en évidence l'existence des nombreuses diastases qu'il contient. Au fur et à mesure de la prolifération des germes, nous verrons s'accroître la richesse et la puissance diastasiques, signes indubitables de l'altération progressive du lait. *L'augmentation du taux des diastases dans un lait sera donc fonction du développement des micro-organismes, autrement dit proportionnelle à son degré de pollution.*

Si, à l'aide du microscope, nous pouvons dénombrer, et suivre le rapide développement des espèces microbiennes, il n'est pas moins vrai que de semblables observations nécessitent des connaissances spéciales, ainsi que des recherches longues et délicates. Au contraire, la détermination de la richesse diastasique, et par suite celle du degré de salubrité d'un lait, peut facilement être mise en évidence à l'aide de méthodes fidèles, simples et rapides. C'est sur l'application de ces procédés que sont basées les épreuves qui constituent le *contrôle hygiénique du lait*.

Avant de passer à l'étude systématique et à la mise en pratique de ces diverses techniques, nous nous efforcerons, dans le *chapitre premier*, de définir et de préciser les qualités diverses que l'on doit exiger d'un bon lait.

Dans le *chapitre II* nous ferons l'examen critique des méthodes les plus couramment employées, en insistant sur celles qui nous ont paru les plus simples et les plus précises à la fois.

Le *chapitre III* sera consacré à l'étude comparative des indices chimiques et des épreuves diastasiques appliquées à des laits de provenance hygiénique.

Au *chapitre IV*, nous examinerons différents laits de la région bordelaise au point de vue de leur teneur en acide lactique et en diastases, puis nous essaierons de déterminer pour eux un *indice catalasimétrique limite*.

Dans le *chapitre V*, nous exposerons une application de la réaction colorée des peroxydases à la détermination de la fraîcheur et de la propreté d'un lait.

Nous nous efforcerons, dans le *chapitre VI*, d'interpréter les résultats acquis et d'établir leur concordance.

CHAPITRE PREMIER

Avant d'aborder l'étude des moyens de contrôle, nous devons nous demander ce qu'on entend par un *bon lait*, et tâcher de définir les qualités diverses qu'il doit réunir pour être admis à figurer dans l'alimentation. Pour banale que puisse paraître cette question, elle n'en est pas moins d'une capitale importance, surtout si l'on se met à imiter chez nous les nombreux consommateurs étrangers qui paient le lait selon sa qualité. Cette méthode qu'il est à souhaiter de voir se généraliser en France est déjà fort employée au Danemark, en Hollande et en Belgique, pour ne citer que des pays voisins.

Le problème énoncé plus haut peut être envisagé sous deux angles différents :

1° *Pureté chimique*, c'est-à-dire richesse plus ou moins grande en éléments constitutifs et surtout en matières grasses que la tendance populaire persiste à croire primordiale ;

2° *Pureté microbienne*, c'est-à-dire absence de germes pathogènes et invasion plus ou moins avancée par les micro-organismes, hôtes habituels du milieu.

Cette dernière sera décelée par la présence et la mesure des diverses diastases sécrétées.

C'est surtout la propreté bactériologique qui, avec juste raison, semble de plus en plus attirer l'attention des hygiénistes. M. Ch. Porcher s'est particulièrement efforcé, durant ces dernières années, de bien nous montrer la faute grave que l'on commettrait en négligeant le contrôle hygiénique du lait qu'il ne faut nullement chercher à opposer à l'analyse chimique, mais dont la place est cependant pour lui au tout premier rang. Tout dernièrement encore, dans une conférence intitulée « Le lait pro-

pre », faite à l'assemblée générale de l'OEuvre du bon lait, le même auteur définissait nettement ce qu'il faut entendre par bon lait. Pour lui, « le bon lait est le produit de la traite entière des vaches saines, bien nourries, convenablement logées et proprement traites. Ce lait doit être l'objet de soins constants depuis la récolte jusqu'à la livraison chez le consommateur ». Sur cette question, ajoute-t-il, l'éducation de tous est à faire, celle du consommateur comme celle du vendeur.

Le lait étant, en outre, un excellent support pour les microbes pathogènes les plus virulents (bacille de la tuberculose, de la diphtérie, de la typhoïde, colibacille, etc.) peut, de ce fait, devenir très dangereux. De graves mécomptes auraient pu être évités si l'on s'était parfois mieux enquis de la propreté de certains laits. Nous ne rappellerons ici que pour mémoire les épidémies les plus marquantes de ces derniers temps, dont la cause originelle était, à n'en pas douter, le lait absorbé par ceux qui furent atteints :

Épidémie du Havre, en 1913 (typhoïde);

Épidémie de Couterne (Orne), en 1908 (typhoïde).

Les microbes pathogènes ont eux-mêmes, comme tous les germes, une grande activité sécrétrice, car ils engendrent les toxines qui ne sont autre chose que des diastases vénéneuses. Si l'on s'est surtout jusqu'à maintenant attaché à leur étude, c'est qu'ils ont été souvent la cause de cas morbides, parfois de véritables épidémies.

Ces germes pathogènes, si redoutables par les ravages qu'ils occasionnent, ne sont pas pourtant les seuls que l'on rencontre dans le lait. A côté d'eux, nous trouvons de multiples espèces, dites *banales*, qui contribuent aussi, et pour une large part, à la pollution du milieu. Nous voulons parler ici des innombrables micro-organismes : *bacillus subtilis*, *tyrothrix*, *oïdium*, levures diverses, etc., qui saturent l'atmosphère, infectent le milieu, et qui à chaque instant, par leur multiplication rapide, sont la cause des altérations du lait.

Il ressortit au domaine délicat de la bactériologie pure de

décèler, d'isoler, de cultiver et de dénombrer les microbes cités plus haut. A l'aide de méthodes analytiques sûres et pratiques, il faut tâcher d'apprécier la propreté, la fraîcheur d'un lait, et de suivre la multiplication progressive des germes qu'il contient. Nous décèlerons la présence de ces germes à l'aide de leurs produits de sécrétion, autrement dit de leurs diastases, que l'on rencontre nombreuses dans le lait.

CHAPITRE II

Parmi les différentes diastases contenues dans le lait, toutes ne sont pas susceptibles de nous fournir des éléments d'expérimentation utiles à notre travail. D'une énumération rapide, nous allons tâcher de mettre en évidence celles qui ont particulièrement retenu notre attention.

Nous pouvons citer tout d'abord les ferments solubles oxydants qui sont actuellement classés en :

« Oxydases »,

« Peroxydases ».

Puis nous pourrions ensuite placer les « catalases » qui ne sont que des diastases dédoublantes.

Les oxydases, ou ferments solubles oxydants directs qui fixent directement l'oxygène de l'air :

Sur les diphénols (type laccase),

ou Sur les monophénols (type tyrosinase),
n'ont pas, jusqu'à maintenant, manifesté leur existence dans le lait.

Les peroxydases, encore appelées anaeroxydases, sont incapables de scinder directement la molécule d'oxygène; elles n'agissent qu'en présence d'eau oxygénée avec mise en liberté d'oxygène actif, atomique. Leur fonction consiste uniquement à transporter l'oxygène faiblement combiné des peroxydes sur les substances oxydables (1).

Cette dernière variété de diastases a été étudiée par M. le professeur Dupouy qui a pu mettre en évidence sa présence dans le lait de vache. C'est de son existence qu'il a pu tirer un moyen pratique et rapide de savoir si un lait de vache est cru ou cuit. M. le professeur Dupouy (2) a également constaté l'exis-

tence de peroxydase dans le lait d'ânesse, de chienne, de chèvre. Le lait de femme, par contre, ne possède qu'un très faible pouvoir oxydant.

A côté des peroxydases, oxydants indirects, existe un ferment dont la seule propriété est de scinder le peroxyde d'hydrogène avec mise en liberté d'oxygène inactif, moléculaire. Ce ferment, appelé *catalase*, n'est donc pas une diastase oxydante.

M. Sarthou, dans une série de communications faites à la Société de pharmacie de Bordeaux en 1904 et 1905, avait déjà mis en évidence le pouvoir que possède le lait de décomposer l'eau oxygénée. Il l'avait d'abord attribué à une albumine existant dans le lait. Mais, poursuivant ses recherches et éliminant successivement toutes les causes d'erreur, il parvint à démontrer la présence dans le lait de la catalase physiologique, puis de la catalase microbienne « qui est un produit de l'ensemencement de tout lait par les germes de l'air ».

Tout dernièrement, M. Toussaint (3), dans sa thèse pour le doctorat en pharmacie de l'Université de Toulouse, a étudié un ferment soluble contenu dans le lait, pour lequel MM. Abelous et Aloy proposent le nom d'*oxhydridase* en raison de son action à la fois hydrogénante et oxydante. « Il réduit les nitrates, les chlorates alcalins et décolore le bleu de méthylène et le carmin d'indigo, en présence d'un accepteur d'oxygène. »

Spollverini (4) signale dans le lait de vache un ferment tryptique, un ferment pepsique et un ferment glycolytique. Ces diastases n'offrant pour nous aucun caractère d'utilité en ce qui concerne le contrôle hygiénique du lait, nous nous bornons simplement à les mentionner.

Les réductases, par contre, sont capables de nous fournir de précieuses indications sur l'état de fraîcheur d'un échantillon. Le pouvoir réducteur du lait, qui depuis longtemps avait été remarqué et signalé par Duclaux, a été étudié par différents auteurs qui ont constaté la présence de diastases réductrices en plus ou moins grande abondance, selon l'âge et l'altération du lait. La plupart de ces auteurs les ont mises en évidence grâce

à la propriété qu'elles présentent de transformer certaines matières colorantes en *leuco-dérivés*.

Depuis les temps les plus anciens, les consommateurs, comprenant l'importance alimentaire du lait, mais ayant constaté aussi sa fragilité et son instabilité, se sont toujours préoccupés des moyens qui permettraient de se rendre rapidement compte de sa qualité. Les premières méthodes utilisées, toutes empreintes d'empirisme, ne tenaient compte que de l'aspect, de l'odeur, de l'onctuosité. Le goût fournissait évidemment aussi d'utiles enseignements. Mais, depuis que les incessants progrès de la chimie et de la microbiologie surtout nous ont enseigné que ces transformations étaient dues à des agents microbiens et à des enzymes, les méthodes employées, au lieu de constater uniquement les effets, se sont adressées aux causes déterminantes. Le principe dominant qui régit toutes les méthodes de contrôle que nous nous proposons d'énumérer, et d'étudier ensuite, est le parallélisme qui existe entre la richesse microbienne, partant la puissance diastasique, et le degré d'altération du lait. L'expérience nous a, en outre, appris que les phénomènes pathologiques de l'animal ont une répercussion énergique sur la teneur en diastases du lait; nous voyons croître leur abondance et s'amplifier leur activité.

Épreuve acidimétrique. — Jusqu'à maintenant, et presque toujours, surtout en France, on s'est basé, pour apprécier la valeur alimentaire d'un lait, sur le dosage de la quantité d'acide lactique. Si parfois cette méthode dont les variantes sont infinies a donné des résultats qui ont paru suffisants, elle nous a semblé cependant manquer de sensibilité et surtout de rapidité.

Recherche des leucocytes. — Un examen assez couramment employé dans l'industrie laitière est basé sur la recherche des leucocytes. On les met en évidence en chauffant vers 60 degrés 10 cc. de lait et en centrifugeant pendant cinq minutes dans un tube spécial. Au microscope, on observe toujours les leucocytes accompagnés de streptocoques en longues chaînes (5). Lorsqu'on rencontre nombreux ces leucocytes dans le culot obtenu par centrifugation, on est en droit de suspecter un lait provenant

d'animaux atteints de mammite contagieuse. Outre que cette méthode nécessite l'emploi d'appareils de laboratoire qui ne se trouvent pas dans toutes les officines, elle exige aussi une certaine éducation et des connaissances techniques un peu spéciales. Elle ne peut donc entrer dans la pratique journalière.

Épreuve au lacto-fermentateur. — Elle est basée sur le temps nécessaire à la coagulation sous certaines conditions, et sur l'appréciation de l'homogénéité du caillot formé. En pratique, les échantillons sont placés à l'étuve ou au bain-marie à 38 degrés dans des tubes de verre de 40 à 50 cc. préalablement stérilisés. Si douze heures au minimum se sont écoulées dans ces conditions, et que la coagulation ne s'est pas produite, on pourra bien augurer de la qualité du lait. Un caillé floconneux, semé de bulles gazeuses, et dégageant des odeurs désagréables dénotera un lait dangereux pour la consommation. Cette méthode, ainsi que la précédente, nécessite l'emploi d'un matériel assez compliqué et ne peut fournir que des résultats tardifs.

Épreuve de la catalase. — Elle consiste en la mesure du volume d'oxygène dégagé en présence d'eau oxygénée sous l'influence des germes engendrant la catalase. De nombreuses techniques ont été préconisées par différents auteurs; nous nous proposons d'exposer et d'étudier leur commodité dans le chapitre suivant. Quel que soit le mode opératoire employé, nous avons constaté que la méthode catalasimétrique nous a toujours fourni des résultats d'indéniable rapidité, sans nuire pour cela à leur sensibilité.

Épreuve de la réductase. — Le processus expérimental utilise le pouvoir réducteur de certains laits contaminés, et le met en évidence par la décoloration de certaines matières colorantes telles que le bleu de méthylène et le carmin d'indigo. Comme d'après de nombreux auteurs (Barthel et O. Jensen), la teneur du lait en réductases est fonction de sa richesse microbienne, cette épreuve est appelée également à nous fournir de très utiles renseignements. Cette méthode, quoique nécessitant un temps assez long, nous a paru cependant d'une application facile puis-

qu'elle ne nécessite ni connaissances spéciales, ni instrumentation rare et coûteuse.

Nous n'hésiterons pas à choisir pour nos expériences futures ces deux dernières épreuves qui, à notre avis, se détachent nettement des autres par un ensemble de qualités qui les ont naturellement désignées à notre choix. Les résultats que nous avons obtenus dans nos nombreuses expériences nous ont constamment montré qu'une teneur élevée en catalase, était toujours accompagnée d'une teneur élevée en réductase. Et c'est encore une des raisons qui ont contribué à nous les faire utiliser pour la détermination de la valeur hygiénique et alimentaire des laits. L'exactitude et la concordance des conclusions que nous avons tirées de l'application simultanée de ces méthodes, nous font d'autant plus regretter le quasi-abandon et le peu de vogue dont elles jouissent dans notre pays.

CHAPITRE III

Pour chacun des nombreux échantillons que nous avons examinés au point de vue de leur valeur hygiénique, nous avons mis en œuvre uniquement les trois épreuves suivantes :

- 1° Dosage de l'acidité ;
- 2° Épreuve de la catalase ;
- 3° Épreuve de la réductase.

Acidité. — A l'encontre de ce que l'on a souvent prétendu au sujet de la réaction amphotère du lait, nous nous devons de constater que la réaction de tous les échantillons que nous avons examinés était nettement acide au tournesol (6). Pour déterminer le degré d'acidité de ces laits, nous avons eu recours à la méthode la plus couramment employée :

Dans 10 cc. de lait additionnés de 2 ou 3 gouttes de solution alcoolique de phtaléine du phénol à 1 p. 100, on verse à l'aide d'une burette de Mohr, une solution décimormale de soude jusqu'à persistance d'une coloration rose pâle.

On exprime l'acidité en acide lactique.

Soit n le nombre de centimètres cubes de solution de soude décimormale employés, l'acidité par litre sera en grammes :

$$n \times 100 \times 0,009 = n \times 0,9.$$

Afin de pouvoir comparer nos résultats à ceux obtenus par certains auteurs, nous avons été parfois amené à exprimer l'acidité en degrés Dornic. L'acidité dans le procédé Dornic, au lieu d'être exprimée en grammes d'acide lactique par litre, l'est en milligrammes d'acide lactique par 10 cc. Si on dit qu'un lait marque 18 degrés, cela veut dire que 10 cc. de ce liquide sont neutralisés par une quantité de soude correspondante à 18 mil-

ligrammes d'acide lactique. *Les laits de bonne qualité marquent ordinairement 16 à 20 degrés Dornic.*

Les laits alcalins ou malades marquent ordinairement 15 degrés ou moins.

Les laits acides ou contaminés, impropres à la consommation et dangereux en général pour toute fabrication, marquent 22 degrés ou plus.

Un lait sain peut marquer moins de 17 degrés s'il a été additionné d'eau qui dilue l'acidité (7).

En général, d'après M. Dornic, un lait dont l'acidité n'augmente pas de plus de 2 degrés à la température ambiante pendant douze heures peut être considéré comme bon.

Épreuve de la catalase. — Cette méthode, dont le principe a été découvert par M. Sarthou (8), est couramment employée dans de nombreux pays étrangers; on l'utilise journellement dans des régions où les progrès accomplis par l'industrie laitière ne seraient pas sans étonner nombre de nos producteurs et de nos éleveurs. En Belgique, en Italie, en Allemagne, au Danemark et en Hollande notamment, elle rend des services unanimement appréciés.

« Comme le règlement défend de vendre tout lait vieux ou malsain, la vérification de la quantité d'enzymes du lait est très importante. L'enzyme qui intéresse le plus ici est la catalase qui a le pouvoir de décomposer l'eau oxygénée en oxygène et en eau. Elle résulte du fonctionnement régulier de la glande mammaire, mais pour la plus grande partie elle est sécrétée par les microbes; elle augmente donc avec la quantité de germes microbiens du lait. » Ainsi s'exprime M. Coransson (9), vétérinaire de l'abattoir d'Anvers, dans un exposé concernant l'inspection du lait dans les villes hollandaises.

Par son extrême simplicité, la *catalasimétrie* peut être utilisée à l'étable même, et ceci n'est pas sans importance, car, comme l'a dit M. Ch. Porcher, le contrôle du lait doit avoir une allure préventive. Par sa maniabilité, elle peut être exécutée par des mains même peu expérimentées.

Outre ces deux avantages, elle possède sur le dosage de

l'acidité, seul utilisé en France jusqu'à présent pour l'évaluation de la qualité hygiénique d'un lait, celui d'être plus rapide dans les conclusions qu'elle fournit. En effet, Soxhlet a montré que l'acidité n'augmente sensiblement qu'après une période d'incubation de quinze heures en moyenne après la traite. Cette période est plus considérable encore pendant l'hiver. Durant ce laps de temps, une multiplication intense aura pu se produire dans le lait, et les germes y auront crû en nombre considérable. Avec une rapidité incroyable, ils auront proliféré, enrichissant de leurs sécrétions diastatiques le liquide qui les nourrit. Nous pourrions, grâce à la catalasimétrie, suivre à tout instant leur développement progressif, tandis qu'aux mêmes moments le dosage de l'acidité ne nous fournira encore aucune appréciation utile. Ce sont en effet ces diastases, et particulièrement la catalase qui fourniront les plus sûres indications concernant la fraîcheur et le vieillissement progressif d'un lait.

Dans la pratique, le matériel et les réactifs nécessaires à l'évaluation de la catalase se trouvent dans toutes les officines. Différents modes opératoires ont été proposés pour la mise en œuvre de l'épreuve catalasimétrique :

1° *Appareil de Gruber et Lobeck*. — Dans cet appareil plongé pendant deux heures dans de l'eau à 20-25 degrés, on mélange 10 cc. de lait à essayer avec 5 cc. d'eau oxygénée à 1 p. 100. Le volume d'oxygène dégagé rapporté à 100 cc. de lait est le chiffre de catalase qui ne dépasse pas, en général, 30 pour les laits normaux.

2° *Catalasimètre de Sarthou* (Adnet, constructeur). — Pour ses déterminations, notre confrère M. Sarthou a réalisé un dispositif d'appareil grâce auquel il a pu obtenir des résultats très précis.

Il se compose essentiellement d'un flacon contenant un tube, dans lequel s'opère le mélange H^2O^2 et lait. Ce flacon est relié à une cloche à gaz de faible diamètre et graduée en 1/10 de cc. par un tube de caoutchouc muni d'un robinet. La cloche à gaz est elle-même en relation à sa partie inférieure à l'aide d'un tube en U, avec un tube de verre de diamètre sensiblement

supérieur à celui de la cloche à gaz. Ce tube, ouvert à son extrémité supérieure, contient de l'eau et peut se déplacer verticalement sur un support afin de rétablir les niveaux au moment de la lecture.

3° Nous avons parfois utilisé au cours de nos expériences *le flacon de Neveu* (10). Il s'agit, en l'espèce, d'une fiole conique d'Erlenmeyer munie d'un appendice latéral dans lequel on peut mesurer une quantité donnée de liquide. Ce flacon peut facilement être mis en relation avec une cloche à gaz graduée en dixièmes de centimètres cubes.

4° *Appareil de G. Collumbien, sous-directeur de la Laiterie hygiénique de Vaan* (Hollande) (11). — Cet appareil est constitué par un tube gradué, fermé à la partie supérieure, coudé à la partie inférieure et terminé par une ampoule. A 10 cc. de lait on mélange 5 cc. d'eau oxygénée ; le mélange est introduit dans le tube que l'on expose à une température de 25 degrés. On ne tient compte que de la quantité de gaz qui se dégage dans l'extrémité fermée du tube. Lorsque la quantité ne dépasse pas 1 cc., on considère le lait comme hygiénique.

5° *Uréomètre de M. le professeur Denigès*. — Notre choix s'est naturellement porté sur ce dernier appareil à cause de la simplicité de son maniement et de l'exactitude de ses données. Nous le trouvons à notre portée dans presque toutes les officines et il n'est pas de nos confrères qui n'en connaissent la pratique. Pour nos déterminations, nous avons seulement remplacé la cloche à gaz habituelle par une pipette graduée en dixièmes de centimètres cubes. De plus, le tube de 2 cc. 6 est remplacé par un tube de calibre supérieur gradué à 10 cc. Enfin, l'éprouvette où s'opère la réaction est maintenue dans une cuve à eau à 15 degrés. Le processus expérimental est des plus simples : 10 cc. de lait à examiner, bien mélangé au préalable, sont mis dans l'éprouvette en présence de 10 cc. d'eau oxygénée à 10 volumes. On agite fortement et fréquemment durant dix minutes en ayant soin de plonger l'éprouvette dans l'eau après chaque agitation. On fait ensuite la lecture de la dénivellation qui indique le nombre de centimètres cubes d'oxygène dégagé.

En ce qui concerne les échantillons particulièrement altérés, il est préférable d'opérer sur une quantité de liquide réduite de moitié ou du quart.

Épreuve de la réductase. — Cette méthode, dont nous avons plus haut énoncé le principe, nous a donné des résultats intéressants en ce qui concerne la fraîcheur d'un lait, et la propreté de ses manipulations jusqu'à l'arrivée au consommateur.

Les modalités employées pour l'expérimentation sont aussi nombreuses que variées. La presque unanimité des auteurs qui se sont occupés de cette question s'est ralliée au choix du bleu de méthylène et du carmin d'indigo en tant que matières colorantes servant d'indicateurs.

F. Schardinger, utilisant une solution de bleu de méthylène qu'il fit successivement agir sur des échantillons de lait cru et cuit, a pu aisément mettre en évidence l'existence de diastases réductrices, destructibles par l'ébullition.

Muller conseille d'opérer ainsi :

De petits flacons de 15 à 20 grammes préalablement stérilisés par l'ébullition sont remplis à moitié avec le lait à essayer ; on ajoute, à l'aide d'une pipette de Levaditi, 6/10^e de cc. d'une solution aqueuse de bleu de méthylène (bleu, 0,02 ; eau distillée, 100 cc.). On agite et on verse pour recouvrir la surface du lait, une petite quantité d'huile de table (1 centimètre environ d'épaisseur). On bouche et on chauffe au bain-marie jusqu'à 40 degrés. Tout échantillon qui décolore le bleu en moins d'une heure doit être tenu pour impropre à l'alimentation des nourrissons, puisqu'il est souillé de germes microbiens. On doit de temps en temps, stériliser la solution de bleu de méthylène en la portant au bain-marie à l'ébullition.

Barthel préconise une technique plus probante. A 10 cc. de lait à essayer il ajoute 0 cc. 5 de solution de Schardinger (5 cc. d'alcool saturé de bleu de méthylène que l'on dilue dans 195 cc. d'eau distillée), puis il met sur le mélange 2 cc. d'huile de paraffine. Un lait qui se décolore dans ces conditions en quelques minutes, doit être proscrit de l'alimentation. S'il se décolore dans un temps inférieur à une heure, il est impropre à la puériculture.

Parallèlement à ces épreuves, des numérations microbiennes ont été effectuées qui nous indiquent que (Barthel) :

Un lait qui décolore la solution de bleu au bout de vingt minutes renferme jusqu'à 20 millions de bactéries par centimètre cube ;

Un lait décolorant cette solution en moins de deux heures contient de 4 à 15 millions de bactéries par centimètre cube ;

Un lait décolorant la même solution dans un temps variant de deux à cinq heures renferme de 500.000 à 4 millions de microbes par centimètre cube ;

Enfin des laits qui laissent la solution intacte après cinq heures et demie peuvent renfermer encore de 200.000 à 500.000 bactéries par centimètre cube.

Les ferments lactiques ordinaires, doués d'un faible pouvoir réducteur, ne jouent qu'un rôle très secondaire dans ces décolorations. Au contraire, tous les micro-organismes étrangers concourent, et pour la plus vaste part, à la transformation du bleu de méthylène en leuco-dérivés.

M. Vaudin (12), dans un mémoire présenté au Conseil central d'hygiène publique et de salubrité de la Seine-Inférieure en juin 1897, mettait au point un nouveau mode d'appréciation du lait. Utilisant la propriété que possède ce dernier de transformer le carmin d'indigo en indigo blanc, il déduisait, du temps plus ou moins long que mettait la décoloration à se produire, des conclusions sur l'état de fraîcheur et de propreté de l'échantillon de lait examiné

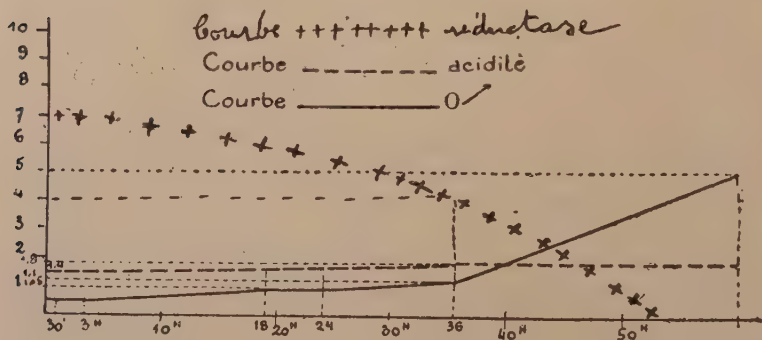
On admettra généralement qu'un lait décoloré en vingt minutes est impropre à la consommation, médiocre si la décoloration demande de vingt minutes à deux heures ; de qualité moyenne s'il reste coloré de deux à cinq heures, et bon s'il résiste plus longtemps à la décoloration (13).

En utilisant systématiquement les épreuves de la catalase et de la réductase, employées parallèlement au dosage de l'acidité, nous nous sommes efforcé d'établir des comparaisons entre des laits diversement recueillis.

Il nous a paru intéressant, au point de vue hygiénique, d'éta-

blir tout d'abord un étalon, un lait idéal, pourrait-on dire, et duquel tous les autres devraient se rapprocher dans la mesure du possible. Pour ce faire, nous avons eu recours au bétail de la Laiterie moderne de Talence dont l'état sanitaire étroitement surveillé est toujours parfait. Muni d'une dizaine de ballons passés au four à flamber, nous avons recueilli de façon aseptique le lait jaillissant directement du trayon. Le pis de la vache, ainsi que les mains de l'opérateur avaient été préalablement sérieusement nettoyés. Chacun de ces matras, afin de n'être débouché qu'une seule fois, ne nous a servi qu'à un seul dosage. Les instruments servant aux titrages (uréomètres, pipettes, etc.) avaient été stérilisés. Les premières déterminations d'oxygène dégagé, et d'acidité eurent lieu trente secondes après la traite, les autres respectivement trois heures, dix-huit heures, vingt-quatre heures, trente-six heures et soixante heures après la traite. Les résultats obtenus sont mentionnés dans la courbe suivante :

Lait aseptiquement prélevé.



(Temps écoulé après la traite).

Les chiffres portés en ordonnée indiquent :

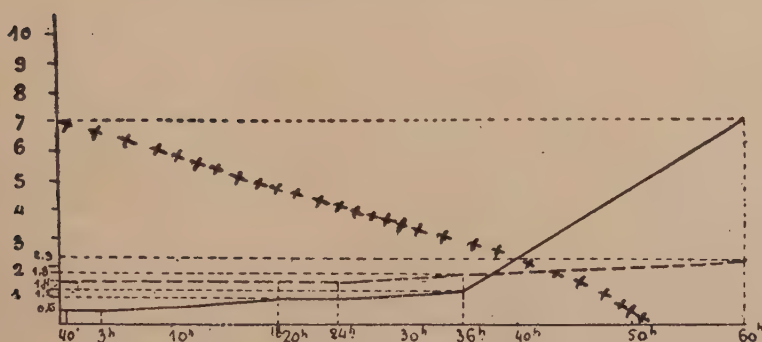
- 1° Pour la courbe l'acidité par litre en grammes d'acide lactique ;
- 2° Pour la courbe ——— l'oxygène dégagé en centicubes pour 10 cc. de lait ;
- 3° Pour la courbe +++++ le temps en heures, nécessaire à la décoloration du bleu.

Les chiffres portés en abscisse indiquent le temps écoulé après la traite.

Les mêmes dosages ont été faits aux mêmes heures avec du lait de la Laiterie moderne que nous avons prélevé dans les bouteilles du modèle courant, telles qu'elles sont livrées dans les pouponnières. La courbe qui suit va nous permettre de nous fixer sur les résultats acquis :

Lait hygiénique.

(Flacon courant de la Laiterie moderne de Talence).



(Temps écoulé après la traite).

L'examen de ces courbes, qui représentent chacune une moyenne de dix laits, nous conduit aux remarques suivantes. Tout d'abord, ainsi que l'avait annoncé M. Sarthou, il apparaît que le lait contient une catalase physiologique, puisque même trente secondes après une traite aseptique il y a dégagement de 0 cc. 6 d'oxygène. Nous constatons ensuite que l'évolution du lait est surtout intéressante entre dix-huit heures et trente-six heures après la traite. Enfin, il est facile de se rendre compte qu'il n'existe que des différences minimales entre le lait aseptique et le lait que nous pourrions dénommer *hygiénique* de la Laiterie moderne.

Même après trente-six heures, le lait de Talence pourrait être utilisé en puériculture puisque son indice catalasimétrique n'est que de 1 cc. 2 (nous verrons dans le chapitre suivant que l'on peut tolérer jusqu'à 2 cc.).

Si de plus grandes précautions étaient prises lors de la traite, du transport, et de la distribution du lait dans les villes, celui-ci pourrait être consommé dans de bonnes conditions d'hygiène, même trente six heures après la traite. Au contraire, les laits commerciaux qui, ainsi que nous le verrons dans le chapitre suivant, parviennent en ville dix sept heures en moyenne après la traite, sont déjà, malgré ce faible temps écoulé, le siège d'une intense vie microbienne productrice de diastases et, partant, le plus souvent impropres à la consommation.

CHAPITRE IV

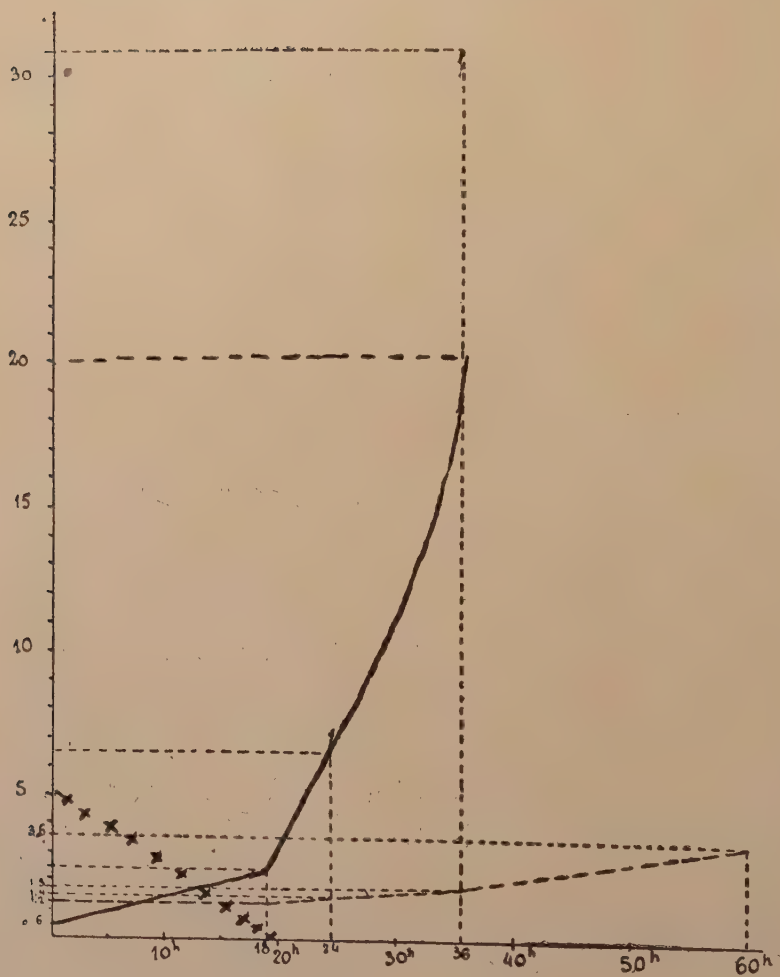
Dans le but d'éprouver les qualités hygiéniques des laits provenant des différentes régions qui desservent habituellement notre ville, nous nous sommes astreint à une application systématique des épreuves de catalase et de réductase, selon le mode opératoire décrit dans le chapitre précédent. Nous avons effectué parallèlement le dosage de l'acidité, dans tous les laits que nous avons examinés. Sans nous préoccuper de leur origine, ni du temps écoulé après la traite, qui le plus souvent n'est pas inférieure à douze heures, nous avons prélevé nos divers échantillons à la voiture d'un laitier, lors de la distribution matinale. Les premières déterminations d'acidité, ainsi que les épreuves de catalase et de réductase étaient exécutées au laboratoire : une première fois sitôt la réception, une seconde fois six heures après, et une troisième fois vingt-quatre heures après. Dans les tableaux qui vont suivre, nous avons rassemblé les résultats obtenus sur 100 échantillons dans les conditions précitées :

NUMEROS des échantillons	ACIDE LACTIQUE EN GRAMMES PAR LITRE			OXYGENE DÉGAGÉ PAR 10 CC. DE LAIT			TEMPS NECESSAIRE POUR DÉCOLORER LE BLEU (20 cc. de lait)		
	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°
	Réception	6 h. après	24 h. après	Réception	6 h. après	24 h. après	Réception	6 h. après	24 h. après
1....	1,48	1,80	3,60	1,8	2,2	7,2	h. m.	h. m.	h. m.
2....	1,48	1,71	2,88	1,6	3,2	6,2	3	1	0 10
3....	1,50	1,75	2,97	1,6	3,2	6,5	2 30	1	0 10
4....	1,48	1,62	3,06	1,9	2,6	4,2	3	0 30	0 5
5....	1,53	1,53	3,06	2	2,8	4,8	4	3 30	0 10
6....	1,48	1,53	3,15	1,6	3,2	4,9	4	2	0 10
7....	1,48	1,48	3,15	1,6	3	5,5	1	0 30	0 10
8....	1,71	1,71	1,9	1,1	2,6	3,2	1	0 30	0 10
9....	2,6	3,5	5,04	3,8	6,5	7,2	2 30	2	0 40
10....	1,44	1,44	1,80	1,1	2,5	3,8	0 10	0 10	0 10
11....	1,44	1,44	1,9	0,9	1,3	2,5	6	5 30	0 40
12....	2,07	2,52	5,04	8,2	12	22	2 30	2	0 40
13....	1,53	1,71	3,06	2,8	3,2	7,2	0 30	0 20	0 15
14....	2,25	2,43	2,97	6,2	6,5	7,4	1	0 20	0 10
15....	1,48	1,62	2,25	6,2	7,5	10	0 10	0 10	0 5
16....	1,48	1,53	2,61	3,2	4,8	7,5	0 45	0 15	0 5
17....	1,48	1,53	2,70	2,2	3,8	7,2	1 45	1	0 10
18....	1,53	1,71	2,15	1,8	1,9	2,2	3	3	0 10
19....	1,71	1,98	2,25	6,3	7,2	10	3	3	3
20....	2,07	3,5	5,4	4,2	6,1	6,5	0 45	0 15	0 5
21....	1,50	1,75	2,9	1,6	3,3	6,4	0 10	0 10	0 10
22....	1,5	1,5	2,2	1,7	2,2	3,4	3	0 45	0 10
23....	2,07	2,5	5,4	8,1	14	25	2	2	1 10
24....	1,5	1,5	3,06	2	2,5	4,8	0 10	0 10	0 10
25....	2,3	2,5	3,06	5,7	7,1	9,5	0 30	0 10	0 10
26....	1,8	1,9	2,97	1,9	2,2	3,5	0 10	0 10	0 10
27....	1,8	1,9	2,07	2	2,3	3,5	0 10	0 10	0 10
28....	2,3	2,5	2,9	5,8	7,2	10	2	2	1 45
29....	1,7	1,7	1,98	1,1	2,6	3,4	0 10	0 10	0 10
30....	1,48	1,71	2,8	1,6	3,2	7,5	3	3	1
31....	1,53	1,53	3,06	1,9	3,5	6,5	3	1	0 15
32....	1,48	1,71	2,8	1,6	3,4	7,2	2	0 30	0 10
33....	1,44	1,44	1,80	1,2	1,8	2,5	3	1 15	0 10
34....	1,71	1,71	1,9	1,1	2,6	3,2	5	4	0 45
35....	1,50	1,71	2,9	1,8	3,5	6,8	2 30	2	0 40
36....	1,8	1,8	2,07	2	2,5	2,8	0 10	0 10	0 10
37....	1,50	1,71	3,06	2,8	3,8	7,8	1	0 30	0 15
38....	1,71	1,98	2,25	6,4	7,2	12	0 30	0 15	0 10
39....	1,5	1,5	3,06	2,2	2,8	4,8	0 15	0 10	0 10
40....	1,48	1,71	2,8	1,7	3,4	8,2	0 30	0 30	0 15
41....	1,5	1,71	2,15	1,9	2,2	6,2	2	0 15	0 15
42....	1,48	1,8	2,07	1,9	2,3	4,5	3	0 40	0 10
43....	1,53	1,62	2,25	2	2,4	3,9	0 45	0 45	0 15
44....	1,44	1,48	1,8	1,1	2,4	3,5	0 45	0 45	0 15
45....	1,71	1,98	2,61	1,7	3,3	6,4	3	3	0 45
46....	1,5	1,8	2,07	1,9	2,8	3,5	3	0 45	0 15
47....	1,71	1,98	2,61	6	7,3	9,3	2	0 45	0 45
48....	1,44	1,5	1,8	1,9	2,8	3,2	0 45	0 15	0 5
49....	2,25	2,61	3,06	2,9	3,2	8,4	3	0 45	0 45
50....	1,71	1,98	2,25	3,2	4,5	6,2	1	0 20	0 10
							2	0 45	0 5

NUMÉROS des échantillons	ACIDE LACTIQUE EN GRAMMES PAR LITRE			OXYGÈNE DÉGAGÉ PAR 10 CC. DE LAIT			TEMPS NÉCESSAIRE POUR DÉCOLORER LE BLEU (20 cc. de lait)		
	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°
	Réception	6 h. après	24 h. après	Réception	6 h. après	24 h. après	Réception	6 h. après	24 h. après
							h. m.	h. m.	h. m.
51....	1,5	1,8	2,07	1,9	2,4	3,2	3	2	0 45
52....	1,71	1,8	2,07	1,7	2,2	3,6	2	2	0 15
53....	1,48	1,8	2,15	1,9	2,1	3,4	2	1	0 5
54....	1,50	1,71	1,9	1,1	2,6	3,2	2 30	2	0 45
55....	1,5	1,8	2,07	1,6	2,4	5,2	3	0 45	0 45
56....	1,48	1,91	2,15	1,7	2,3	6,2	0 45	0 15	0 15
57....	1,8	1,8	2,07	2,2	2,8	7,8	0 45	0 20	0 5
58....	2,3	2,5	3,06	2,4	3,2	8,9	0 15	0 5	0 5
59....	1,44	1,44	1,98	1,1	1,3	2,5	6	2 30	0 45
60....	1,71	1,71	2,07	1,8	1,9	2,2	3	3	0 45
61....	1,44	1,5	1,98	1,2	1,7	2,2	4	3	0 45
62....	1,44	1,44	1,8	1,2	1,6	2,4	4	4	1
63....	1,44	1,5	1,98	2	2,6	3,7	1 30	1	0 15
64....	1,44	1,5	1,98	1,2	1,6	2,4	4	3	0 15
65....	1,53	1,98	2,25	6,5	7,4	12	0 15	0 15	0 15
66....	1,48	1,48	1,98	1,4	1,6	2,8	4	4	0 45
67....	1,53	1,71	1,98	1,4	1,6	2,1	4	4	0 45
68....	1,8	1,98	2,25	1,6	2,2	3,4	4	0 45	0 15
69....	2,25	2,52	3,06	10	12	25	0 10	0 10	0 10
70....	1,44	1,53	1,9	2	2,8	3,7	1 30	1	0 15
71....	1,44	1,53	1,98	1,6	1,9	2,3	2	2	0 45
72....	1,53	1,6	2,07	1,6	1,9	3,5	2	2	0 45
73....	1,53	1,8	2,07	1,6	2,2	3,5	2	2	0 45
74....	1,71	1,71	3,06	2,9	4,9	5,8	1	0 45	0 15
75....	1,44	1,53	1,98	1,6	1,8	3,4	2	2	0 45
76....	1,48	1,62	1,98	1,6	1,8	3,4	0 15	0 15	0 15
77....	1,53	1,62	2,07	2,2	2,6	3,5	1	0 45	0 10
78....	1,71	1,71	2,07	2,2	2,6	3,5	1	0 45	0 10
79....	1,71	1,89	1,98	1,8	1,8	3,2	3	2 30	0 45
80....	1,44	1,62	1,98	1,6	1,8	2,8	3	2	0 45
81....	1,5	1,18	2,61	4	5,2	8,4	0 45	0 5	0 5
82....	1,5	1,8	2,15	1,7	2,8	3,5	2	2	0 15
83....	1,7	1,7	3,06	2,8	4,8	5,9	1	0 15	0 15
84....	1,44	1,44	1,8	1,1	1,4	3,3	3	3	1
85....	1,4	1,5	1,8	1,2	1,6	3,2	3	3	0 45
86....	1,5	1,8	2,43	1,8	2,5	6,2	3	1	0 15
87....	1,48	1,71	2,97	1,6	2,4	3,2	3	1	0 15
88....	2,3	2,43	3,96	2,2	6,8	12,4	0 15	0 15	0 15
89....	1,71	1,71	1,9	1,1	2,8	3,2	2 30	2	0 45
90....	1,71	1,98	3,06	2,9	4,8	6,8	0 45	0 15	0 15
91....	1,44	1,5	1,9	2	2,9	3,8	1	0 15	0 15
92....	1,44	1,8	1,98	1,6	1,9	3,2	2	2	0 45
93....	1,53	1,71	2,07	1,8	2,2	3,8	2 30	2	0 45
94....	1,8	1,9	2,25	1,6	2,2	3,9	2 30	2	0 45
95....	1,62	1,71	1,98	1,6	1,8	3,2	2	1 30	0 45
96....	1,53	1,5	3,96	1,6	1,8	4,9	2	1 30	0 45
97....	1,89	1,98	2,52	1,8	2,2	3,2	3	1	0 10
98....	1,44	1,48	2,70	1,6	1,8	3,5	4	3 30	0 45
99....	1,44	1,48	3,15	1,8	2,2	3,8	4	3 30	0 45
100....	1,62	1,62	3,15	1,8	2,2	3,5	4	3	0 45

Lait commercial.

(Prélevé à la voiture d'un laitier.)



(Temps écoulé après le prélèvement.)

Les opérations relatées dans les tableaux qui précèdent ont été effectuées à une température moyenne de 17 degrés. L'examen de la courbe et des tableaux nous montre la variation relativement faible du degré d'acidité, tandis que, durant le même temps, le gaz dégagé a crû dans des proportions assez considérables et la décoloration du bleu s'est opérée plus rapidement.

Pour mettre en évidence le vieillissement du lait, et surtout lorsqu'il s'agit d'échantillons de qualité ordinaire, les épreuves de la catalase et de la réductase nous paraissent donc supérieures au dosage acidimétrique.

Dans un lait pur, proprement trait comme celui de la Laiterie de Talence par exemple, nous avons vu au chapitre précédent que le degré d'acidité et l'indice catalasimétrique étaient assez voisins même soixante-cinq heures après la traite. De plus, l'examen des tableaux nous montre que dans un lait commercial le chiffre de catalase est fort élevé, tandis que l'acidité reste relativement faible et se rapproche de celle d'un lait hygiénique.

D'ailleurs, l'acidité d'un lait n'est pas seulement fonction de sa valeur hygiénique, mais encore de la nourriture de l'animal, de son état de santé et de l'addition fréquente quoique interdite d'antiseptiques variés. Elle oscille, en effet, dans de faibles limites et tandis que son dosage, dix heures après la traite, nous indique en général une acidité variant entre 1 gr. 50 et 2 grammes, c'est-à-dire un chiffre déclaré acceptable, l'oxygène dégagé dépasse presque toujours 2 cc., nous révélant par là un lait déjà riche en germes, de valeur hygiénique médiocre, et à rejeter pour la puériculture.

Pratiquement, il nous a semblé intéressant de fixer un indice catalasimétrique limite, au delà duquel le lait devient suspect. En ce qui concerne les laits de notre région qui nous intéressent tout particulièrement, il résulte des nombreuses observations que nous avons collationnées, *qu'on ne devra pas tolérer un indice catalasimétrique dépassant 1 cc. 5 ou 2 cc. au maximum de gaz dégagé.* Ce chiffre s'applique, bien entendu, aux expé-

riences faites à la température moyenne de notre région (14 à 18 degrés). Pour plus de précision, nous avons, du reste, toujours ramené les résultats à la température de 15 degrés, et à la pression atmosphérique de 760 millimètres. Ces résultats concordent d'ailleurs très sensiblement avec ceux obtenus par M. Sarthou.

Quant à l'épreuve de la réductase, pour laquelle nous avons employé le bleu de méthylène, ses résultats, quoique plus tardifs, se sont toujours montrés concordants avec l'épreuve catalasimétrique.

Pour certains laits commerciaux soumis à notre examen, et surtout pour ceux qui présentaient un indice catalasimétrique élevé, nous avons cherché à compléter les épreuves de contrôle hygiénique par un rapide examen microscopique. Il nous a été donné de déceler chez quelques-uns des leucocytes en nombre élevé et des globules colostraux. M. René Guyot (14), ayant pratiqué l'examen microscopique d'un lait dont l'altération microbienne était particulièrement anormale, signale en plus des leucocytes et des globules colostraux, des microbes pathogènes tels que le pneumo-bacille de Friedlander. Ainsi que le fait très justement remarquer notre confrère, un pareil lait n'aurait pas dû être livré à la consommation; cependant il n'est pas douteux que de semblables échantillons sont fréquemment mis en circulation. Un simple et rapide essai de contrôle hygiénique permettrait de s'en rendre compte. Dans le cas cité plus haut, la calasimétrie aurait, nous semble-t-il, trouvé une application particulièrement probante de son efficacité.

Il est en effet acquis, et nos expériences nous l'ont personnellement démontré, que les phénomènes pathologiques éprouvés par l'animal se traduisent par une notable augmentation de la teneur en diastases du lait, et par l'exaltation de leur activité.

Nous nous sommes demandé si la proximité de la parturition ne contribuerait pas à intensifier le pouvoir catalytique du lait, et nous avons effectué de nombreuses expériences qui nous ont permis de vérifier ce fait. Des épreuves catalasimétriques prati-

quées journellement durant la semaine qui a suivi la mise à bas, nous ont donné les résultats mentionnés dans le tableau suivant. Les dosages ont été effectués dans les conditions expérimentales exposées aux chapitres précédents, une heure après la traite du matin (2).

Nombre de jours après la mise à bas.	Gaz dégagé en cc. par 10 cc. de lait avec 10 cc. H ² O ² à T = 15°.
—	—
1	38 cc. 3
2	33 cc.
3	22 cc.
4	17 cc. 5
5	4 cc.
6	1 cc. 6 = Lait normal.

Ces résultats viennent vérifier et renforcer les données de la pratique laitière, qui veulent qu'honnêtement, un lait ne soit considéré comme marchand qu'après un délai minimum de six jours après la parturition. L'épreuve catalasimétrique nous permettra de suspecter dans un échantillon de lait commercial à pouvoir catalytique élevé, l'addition dans une proportion plus ou moins grande de lait colostral. Ce fait est d'autant plus intéressant à signaler que parmi les échantillons commerciaux soumis à notre examen, il n'en est pas un qui ne soit constitué par un lait de mélange.

CHAPITRE V

L'exposé des résultats qui font l'objet des chapitres précédents nous montre que l'épreuve de la catalase est parmi les plus fidèles et les plus pratiques.

Nous nous sommes demandé s'il n'était pas possible, en utilisant la réaction colorée des peroxydases, de mettre en évidence la puissance catalytique d'un lait et, partant, sa fraîcheur?

Parallèlement à la catalase, on trouve dans le lait un autre ferment appelé peroxydase, qui jouit de la propriété de transporter l'oxygène faiblement combiné des peroxydes sur les substances oxydables. Grâce à cette propriété, M. le professeur Dupouy, utilisant une solution aqueuse de gaïacol à 1 p. 100 et une dilution à 1 p. 10 d'eau oxygénée à dix volumes, a pu déduire un moyen pratique et rapide de savoir si dans un lait la diastase n'a pas été détruite par l'ébullition. En effet, au contact de l'eau oxygénée, la peroxydase oxyde le gaïacol et détermine l'apparition d'une coloration rose pâle qui vire ensuite au rouge. Cette coloration, de par la définition même de la peroxydase, oxydant indirect, ne peut apparaître qu'en présence d'eau oxygénée.

Supposons un lait d'un pouvoir catalytique tel, qu'il permet la décomposition totale en H^2O et O d'un volume déterminé de H^2O^2 . Après quelques minutes de contact, ajoutons ensuite à ce mélange une solution aqueuse de gaïacol : la coloration rose ne devra pas apparaître. En effet, la catalase ayant scindé l'eau oxygénée, la peroxydase ne rencontrant plus dans le milieu un générateur d'oxygène nécessaire à son action, ne pourra oxyder le gaïacol, et déterminer par suite l'apparition de la coloration. Dès lors, nous servant de la catalase d'un lait comme agent

destructeur de l'eau oxygénée, nous pourrons, par l'absence de coloration du gaïacol, conclure à la disparition de cette dernière, et par conséquent à l'élévation du pouvoir catalytique d'un échantillon. On conçoit donc la possibilité de déterminer le volume limite d'eau oxygénée correspondant à un pouvoir catalytique donné.

Nous avons essayé la vérification expérimentale de ces données en opérant de la façon suivante :

1^{re} Expérience. — Dans une fiole conique A, d'une contenance de 50 cc. environ, nous avons mesuré 10 cc. de lait à essayer que nous avons mélangé à 1 cc. d'eau oxygénée à dix volumes diluée à 1 p. 10. On agite fréquemment pendant dix minutes afin de faciliter l'action de la catalase. D'autre part, dans un flacon témoin de même contenance, nous mesurons également 10 cc. de lait auquel nous ajoutons 3 cc. de solution de gaïacol à 1 p. 100. Au bout de dix minutes, on ajoute au flacon A 3 cc. de solution de gaïacol, et au témoin, 1 cc. d'eau oxygénée à dix volumes diluée à 1 p. 10. On constate dans ce dernier l'apparition nette et immédiate d'une coloration rose, tandis que dans le flacon A elle est retardée et diminuée d'intensité.

2^e Expérience. — Nous avons renouvelé cette expérience avec le même lait, quarante-huit heures après. La coloration dans le flacon témoin est presque immédiatement apparue, tandis que dans le flacon A elle ne peut se percevoir que très faiblement, et trois minutes seulement après l'addition de gaïacol.

3^e Expérience. — Dans une troisième expérience, effectuée trente-six heures après la précédente, la perception d'aucune coloration n'est possible, même dix minutes après l'addition de gaïacol dans le flacon A, tandis que l'apport d'eau oxygénée dans le flacon témoin détermine une coloration.

Ce retard et cette abolition progressive de la coloration ne peuvent, semble-t-il, être dus qu'à l'appauvrissement du titre en oxygène de l'eau oxygénée, imputable à l'action croissante de la catalase.

L'épreuve de la catalase, ayant été effectuée parallèlement à ces trois expériences, nous a donné pour la première un déga-

gement de 1 cc. 6 de gaz pour 10 cc. de lait. En ajoutant au même volume de lait 1 cc. d'eau oxygénée à 1 p. 10 correspondant à 1 cc. d'oxygène libérable, la puissance catalytique de notre échantillon aurait dû être telle que ce volume d' H^2O^2 1 p. 10 aurait été intégralement transformé en H^2O . Or, nous n'avons pu que constater un léger retard, et non une absence de coloration. Étant donné que l'eau oxygénée mise en œuvre se trouve en quantité insuffisante pour dégager, sous l'action de la catalase, un volume égal à celui enregistré par gazométrie, il est permis de supposer que le gaz dégagé par l'action catalytique n'est pas uniquement constitué par de l'oxygène. De plus, la persistance, bien affaiblie cependant, de la réaction colorée durant la première expérience semble nous indiquer qu'il existe encore des traces d'eau oxygénée dans le mélange.

Il nous a paru intéressant de signaler cet essai d'application de la réaction colorée des peroxydases à l'appréciation de la fraîcheur et de la propreté d'un lait. Si les résultats n'ont pas été, au début, en parallélisme parfait avec l'épreuve gazométrique de la catalase, c'est que très probablement le gaz dégagé n'est pas en totalité constitué par de l'oxygène. De plus, la décomposition catalytique de l'eau oxygénée peut ne pas être entièrement due à l'action de la catalase, diastase microbienne. En effet, depuis longtemps déjà, les travaux personnels de M. le professeur Sabrazès (15), ainsi que les nombreuses recherches qu'ils ont inspirées, ont démontré qu'il n'existait pour ainsi dire pas d'échantillon de lait entièrement dépourvu de leucocytes, et surtout d'hématies.

CONCLUSIONS

A l'heure où les hygiénistes et les puériculteurs se préoccupent des moyens capables de fournir aux nourrissons du lait cru, offrant par conséquent tous les avantages ainsi que toutes les garanties du lait maternel, il nous a paru intéressant d'expérimenter et de préciser les plus pratiques parmi les méthodes de contrôle hygiénique. Les diverses épreuves qui constituent ce contrôle paraissent, jusqu'ici, n'avoir joué en France qu'un rôle secondaire, alors que l'analyse chimique seule était appelée à fournir des conclusions. Dans de nombreux pays étrangers, on a paru mieux comprendre toute l'importance qu'il faut attacher à l'examen hygiénique d'un échantillon de lait, et c'est ainsi qu'en Italie, en Suisse, en Belgique, en Hollande, par exemple, les épreuves de contrôle hygiénique occupent au tout premier rang la place qui semble devoir leur revenir dans l'appréciation de la qualité d'un lait.

De nos quelques expériences il paraît résulter que, pour la caractérisation d'un lait hygiénique :

1° La méthode catalasimétrique offre de très appréciables qualités de simplicité, de rapidité et de sensibilité ;

2° Elle présente sur le dosage de l'acidité l'avantage de ne pas varier suivant l'alimentation de l'animal et son état de santé, et de fournir des résultats alors que la multiplication des bacilles lactiques n'est pas encore appréciable ;

3° En ce qui concerne particulièrement les laits commerciaux, souvent mouillés ou *bicarbonatés*, la catalasimétrie, déjouant

les additions frauduleuses de produits destinés à nous masquer l'augmentation progressive du taux de l'acide lactique, nous fournira la preuve inéluctable de la fraîcheur et de la valeur hygiénique d'un lait ;

4° Les épreuves de contrôle hygiénique nous indiqueront en outre, que la traite et le transport, qui sont à l'origine de la souillure microbienne, ont été effectués dans de bonnes conditions, et que la richesse bactérienne et diastasique est réduite au minimum exigible ;

5° Un indice catalasimétrique a été déterminé pour les laits de la région bordelaise. Une pareille détermination pourrait être faite avec profit pour d'autres contrées, dans le but de généraliser la méthode ;

6° Une application de la réaction colorée des peroxydases a été préconisée pour l'appréciation de la valeur hygiénique d'un lait. Cette expérience nous a conduit à supposer que le gaz dégagé par la catalase en présence de l'eau oxygénée n'est peut-être pas uniquement constitué par de l'oxygène.

Puisqu'il est actuellement question de réinstaller parmi les services municipaux de la ville de Bordeaux un bureau d'hygiène, il serait à souhaiter que les méthodes préconisées précédemment y soient largement pratiquées dans le but de déterminer la valeur hygiénique du lait livré à la consommation. L'analyse chimique, toujours longue et délicate, serait réservée aux laboratoires spécialement outillés.

Au moment où le contrôle de la valeur hygiénique du lait doit attirer notre attention au moins autant que la vérification de sa richesse en éléments constitutifs, il est à espérer que ces diverses épreuves prendront une place de plus en plus importante en rapport avec les précieux enseignements qu'elles sont capables de nous fournir.

Dans ce but, nous proposons, pour le département de la Gironde, les essais suivants toujours faciles à pratiquer, destinés à mettre en évidence les qualités hygiéniques d'un lait :

1° Dosage rapide de l'acidité qui devra osciller entre 1 gr. 60 et 1 gr. 90 d'acide lactique par litre ;

2° Détermination de l'indice catalasimétrique qui ne devra pas dépasser 1 cc. 5 ou 2 cc. de gaz dégagé, dans les conditions précitées de température et pression ;

3° Épreuve de la réductase, qui, pratiquée à l'aide du bleu de méthylène, devra exiger un temps supérieur à trois heures pour la transformation en leuco-dérivés.

VU, BON A IMPRIMER :

VU : *Le Doyen,*

Le Président,

C. SIGALAS.

BARTHE.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Bordeaux, le 5 juin 1924.

Le Recteur de l'Académie,

F. DUMAS.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. BACH. — Sur l'individualité des ferments oxydants et réducteurs.
Archives des sciences physiques et naturelles, 1915,
t. XXXIV, p. 59.
2. DUPOUY. — Thèse de médecine, Bordeaux, juillet 1899.
3. TOUSSAINT. — L'oxhydridase, ferment oxy-réducteur du lait.
Thèse de pharmacie, Toulouse, mars 1918.
4. — Les ferments solubles dans le lait. *Journal de pharmacie
et de chimie*, XVII, p. 19, 1905.
5. KAYSER. — Microbiologie appliquée à la transformation des pro-
duits agricoles, 1921, p. 302.
6. VAUDIN. — Étude sur la constitution du lait. *Journal de pharmacie
et de chimie* (5), XXVII, p. 385, 1893.
7. MARTIN (Ch.). — La laiterie. Baillière, éditeur, Paris, 1920, p. 89.
8. SARTHOU. — *Journal de pharmacie et de chimie*, 1^{er} février 1910.
9. CORANSSON. — *Le lait*, 1921, n° 2, p. 72.
10. NEVEU. — Constructeur, rue Monsieur-le-Prince, Paris.
11. COLLUMBIEN. — *Le lait*, n° 9, 3^e année, p. 718.
12. VAUDIN. — *Annales de chimie analytique*, décembre 1897.
— *Revue d'hygiène et de police sanitaire*, août 1897.
13. KAYSER. — Microbiologie appliquée à la transformation des pro-
duits agricoles, 1921, p. 304.
14. GUYOT (René). — *Bulletin de la Société de pharmacie de Bordeaux*,
1922, n° 1, p. 22.
15. CHEYNIER (André). — Contribution à l'étude de la cytologie du
lait des nourrices, à l'état normal et pathologique.
Thèse de médecine, Bordeaux, décembre 1919.

